Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins

Herausgeber: Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätswerke

Band: 57 (1966)

Heft: 8

Rubrik: Energie-Erzeugung und -Verteilung : die Seiten des VSE

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 02.10.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

IV. Folgerungen für die Planung des zukünftigen Ausbaues der schweizerischen Produktionsanlagen elektrischer Energie

Aus den Betrachtungen über den zukünftigen Ausbau der Produktionsanlagen elektrischer Energie können die folgenden Richtlinien abgeleitet werden:

1. Zur Abstimmung unserer Energieversorgung zwischen Winter- und Sommerbedarf müssen bei mittleren Wasserverhältnissen bis zum Jahre 1974/75 im Winter zusätzlich 3000 GWh erzeugt werden. Die Errichtung von konventionellen thermischen Zentralen, die vorwiegend während des Winters und nur ausnahmsweise während des Sommers in Betrieb stehen, stellt hier die wirtschaftlich günstigste Lösung dar. Die benötigte Energie könnte z. B. von fünf Gruppen zu je 150 MW (zusätzlich zum Kraftwerk von Chavalon) erzeugt, zum Teil aber auch neuen Saisonspeicheranlagen entnommen werden.

Der Ausgleich eines höheren Energiedefizites in ausserordentlich trockenen Wintern bedingt im Maximum eine zusätzliche Energiemenge von 5000 GWh, die die Schweiz zum Teil aus den Nachbarländern, welche über grosse thermische Reserven verfügen, beziehen kann.

2. Nach der Sicherstellung des Ausgleichs zwischen Sommer- und Winterenergie müssen zur ausreichenden Deckung des Bedarfs bei mittleren hydrologischen Verhältnissen ab 1973/74 neue Anlagen errichtet werden. Ab diesem Zeitpunkt wird jährlich ein zusätzlicher Energiebedarf in der Grössenordnung von 2000 GWh entstehen. Diese Energie könnte eventuell in einem Kernkraftwerk von 250 MWel bei einer Betriebsdauer von jährlich 8000 Stunden erzeugt werden.

3. Unter der Voraussetzung, dass die Deckung des steigenden Energiebedarfes durch neue Kraftwerke (nukleare, thermische oder hydroelektrische) sichergestellt wird, dürfte die Befriedigung des Leistungsbedarfes keine Probleme stellen. Die Erzeugung von zusätzlicher Spitzenenergie könnte sich jedoch im Zusammenhang mit dem internationalen Energieaustausch als interessant erweisen. Von diesem Gesichtspunkt aus verdienen die Möglichkeiten der Errichtung neuer Speicherkraftwerke und des Umbaues bestehender hydroelektrischer Kraftwerke in Pumpspeicherwerke, näher untersucht zu werden. Die topographische Lage der Schweiz bietet die Möglichkeit, Spitzenenergie zu wirtschaftlich günstigen Bedingungen zu erzeugen.

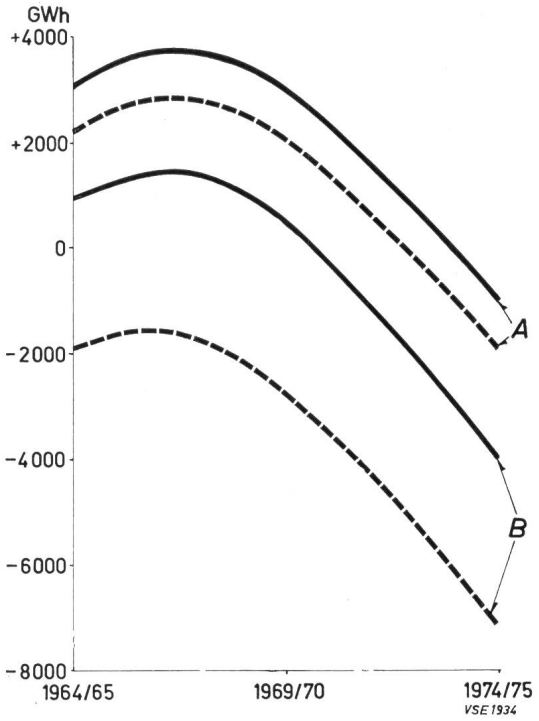


Fig. 8
Energieüberschuss und -manko unter Voraussetzung des Ausbaues der im Bau befindlichen und geplanten Anlagen

mittlere / minimale } Wasserführung — A im Sommer, B im Winter

Adresse der Autoren:
Dr. *W. Lindecker*, dipl. Ingenieur ETH.
W. Wild, Ingenieur, c/o Elektro-Watt Elektrische und Industrielle Unternehmungen AG, Talacker 16, Zürich.

Technische Beschreibung der 220/130 kV Transformatorenstation von Verbois

Mitgeteilt von den *Industriellen Betrieben Genf*

DK 621.316.11:621.311.426-181.4

Bis zur Inbetriebnahme der Schalt- und Transformatorenstation 220/130 kV von Verbois erfolgte die Lieferung von Zusatzenergie an den Kanton Genf mit Hilfe von drei mit 130000 V betriebenen Leitungen zur Freiluftanlage des Kraftwerkes Verbois.

Im Jahre 1963 wurde die Grenze der Übertragungskapazität dieser Leitungen erreicht und es standen keine Reserven mehr zur Verfügung.

Um diesem Zustand abzuhelfen, wurden mit den Partnern und den Energielieferanten Abkommen getroffen, die neue Versorgungsmöglichkeiten eröffnen sollten.

Hiezu war der Bau von neuen 220 kV-Leitungen notwendig. Der Übergang vom Betrieb mit 130 kV auf 220 kV erlaubt die Vervierfachung der Transportkapazität auf wirtschaftliche Art.

Anderseits wurde zur Deckung des steigenden Energieverbrauchs seit dem Jahre 1956 auf dem kantonalen Territorium ein 130 kV-Verteilnetz errichtet. An dieses Netz werden parallel zu der Bedarfsentwicklung bedeutende Unterwerke angeschlossen.

Die Notwendigkeit, die Energie unter einer Spannung von 220 kV von auswärts zu beziehen, und die volle Auslastung der 130 kV-Anlagen bedingte die Errichtung einer Schalt-

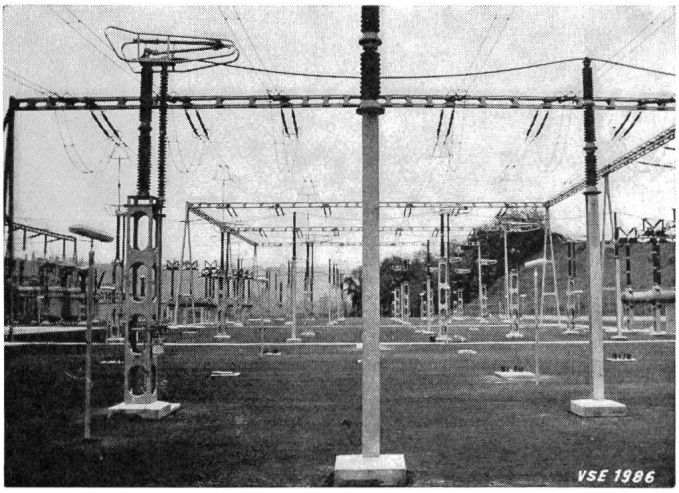


Fig. 1
220-kV-Teil, Traggerüste, Sammelschienensystem links: Halbscherentrenner

und Transformatorenstation in der Nähe der bestehenden Anlagen von Verbois. Sie wird nachstehend beschrieben.

Die Anlage besteht aus 2 verschiedenen Teilen, die sich zu einer Einheit ergänzen.

Die Standortwahl war von der Leitungsführung abhängig. Die Abmessungen der Anlage waren durch die Anordnung der Apparate und von den im eidgenössischen Gesetz für Starkstromanlagen festgelegten Durchgangs- und Sicherheitsabständen gegeben.

Die räumliche Anordnung der Leiter sowie die Dimensionierung der Sammelschienen und der Apparate wurden nach den Sicherheitsvorschriften ausgeführt. Die Abmessungen sind eine Funktion der Betriebsspannung. Aus diesem Grunde erscheint der 220 kV-Teil der Anlage aufgelockerter als der 130-kV-Teil.

Nachstehend werden die wichtigsten Charakteristiken der Anlage beschrieben:

220 kV-Teil

Dieser Teil beansprucht eine Fläche von etwa 15000 m² und erstreckt sich auf eine Länge von 162 m und eine Breite von 92 m.

Um genügend Raum zwischen der bestehenden Anlage und dem nahe daran liegenden Hügel zu gewinnen, waren grosse Erdverschiebungen notwendig. Dadurch wurde das Landschaftsbild wesentlich verändert. Zum Schutze vor eventuellen Rutschungen waren weiter besondere Massnahmen notwendig. Die Hügel wurden in ihrem natürlichen Böschungswinkel aufgeschüttet und die notwendigen Drainagearbeiten ausgeführt.

Die bei der Ausrüstung der Anlage getroffene Disposition ermöglicht eine Aufteilung in 8 Felder. Zwei dieser Felder dienen zur Aufnahme der Transformatoren und die 6 anderen sind Leitungsfelder.

Die Ausrüstung eines Leitungsfeldes besteht aus:

- 1 Drehtrenner, zum sichtbaren Trennen der Anlagen von den Leitungen
- 1 Gruppe von 3 Druckluftschaltern mit einem Abschaltvermögen von 10000 MVA. Diese Apparate sind in der Schweiz gebaut worden.
- 2 Gruppen von je 3 Trennern zur Ankopplung an Sammelschienensysteme. Diese Halbscherentrenner wurden von einem Genfer Unternehmen entwickelt.

Die Ausrüstung der Transformatorenfelder besteht aus Apparaten, welche gleiche Charakteristiken wie diejenigen der Leitungsfelder aufweisen.

Die Fernbetätigung der Trenner erfolgt durch ein Drucköl-system, welches elektrisch gesteuert wird.

Die Leistungsschalter werden durch Druckluft betätigt. Die Druckluft wird den Lastschaltern durch ferngesteuerte Magnetventile zugeführt.

Das in Kanälen untergebrachte Leitungssystem für die Druckluft erstreckt sich über die gesamte Anlage; es endet in kugelförmigen Druckluftbehältern, die einen Inhalt von 2 m³ aufweisen.

Beim Ausfall des Antriebsystems lassen sich selbstverständlich alle Trenner von Hand betätigen.

Für die Station sind 2 Transformatorengruppen mit einer Leistung von 250 MVA vorgesehen. Jede Transformatorengruppe besteht aus 3 Einphaseneinheiten.

Weil diese Lösung den Raumbedarf sowie das Gewicht der transportierenden Einheiten (120 Tonnen) verringerte, wurde sie auch gewählt. Weiter bietet sie wesentliche technische Vorteile. Da im ersten Ausbaustadium 4 Autotransformatoren zur Verfügung stehen, kann beim Ausfall einer Phase der Betrieb mit der Reservephase schnell aufgenommen werden. Diese Umschaltung erfolgt von Hand durch gleichzeitiges Schalten sämtlicher Hoch- und Niederspannungskreise.

Aus dieser Betriebsart ergibt sich eine grosse Sicherheit in der Energielieferung.

Die Lieferung dieser bedeutenden Anlage teils an die industriellen Betriebe der Stadt Genf erfolgte zu deren vollen Zufriedenheit durch ein grosses Genfer Unternehmen.

130 kV-Teil

Die Anordnung dieses Teils ist durch die Transformatorenfelder der 220 kV-Anlage gegeben. Die Fläche dieser Anlage beträgt rund 11400 m², bei einer Länge von 192 m und einer Breite von 60 m.

Dieser Anlageteil besteht aus 15 Feldern, die wie folgt aufgeteilt sind:

- 8 Leitungsfelder
- 6 Transformatorenfelder
- 1 Kuppelfeld

Die Leitungen sind wie bei der 220 kV-Anlage an den Traggerüsten abgespannt, während die Sammelschienen und die Schalter von dem Quergebälk getragen werden. Schematisch ist der 130 kV-Teil ähnlich wie der 220 kV-Teil aufgebaut. Hier sind ebenfalls Drehtrenner, Halbscherentrenner und Druckluftschalter eingesetzt.

Die Apparate arbeiten nach dem gleichen Arbeitsverfahren, unterscheiden sich deshalb nur in ihren Abmessungen, da sie für kleinere Betriebsspannung ausgelegt sind.

Die Lastabschaltvorrichtung besteht aus einer Gruppe von je 3 Schaltern pro Phase, welche so eingestellt sind, dass sie eine Leistung von 3500 MVA sicher abzuschalten vermögen. Diese Apparate, die in Frankreich entwickelt wurden, sind von einem Genfer Unternehmen geliefert worden.

Die 130 kV-Anlage ist mit 4 Sammelschienensystemen ausgerüstet. Letztere können mit Hilfe der Halbscherentrenner untereinander verbunden werden. Die Ein- und Ausschaltung erfolgt durch aufgehängte Leistungsschalter, die jenen in den anderen Feldern ähnlich sind.

Die von den 250 MVA-Transformatoren gelieferte Energie des 220 kV-Teils wird in die für diese Leistung bemessenen 130 kV-Felder eingespeist. Diese Felder sind auf jeder Seite des «Kuppelfeldes» aufgestellt.

Es wurden schon 4 Felder reserviert und 4 Standorte vorgesehen für die Aufnahme der Transformatoren, welche für den automatischen Betrieb des Kraftwerkes Verbois vorgesehen sind. Diese Transformatoren werden in «Blockschaltung» mit den Generatoren verbunden werden.

Obwohl alle Massnahmen zur Beschaffung des benötigten Materials getroffen wurden, kann dieser Bauabschnitt erst nach Fertigstellung und Inbetriebnahme der 130/18 kV-Transformatorenstation «Stand» in Angriff genommen werden, wonach die 18 kV-Kabel Verbois–Genf frei werden.

Die Beschreibung der vorgehend behandelten Apparate beschränkt sich auf die wesentlichsten Geräte.

Zur Überwachung des Belastungszustandes der Leitungen und Transformatoren, zur Ermöglichung des Zusammenschaltens derselben und des Verbundbetriebes ist jedes Feld mit einer Anzahl von Messgeräten, Steuerungs- und Signalisationsanlagen ausgerüstet. Die Messwerte laufen in den in der Nähe aufgestellten Relaisräumen zusammen.

Ein Teil der Meßströme durchfliesst die Schutzrelais, welche je nach dem zu schützenden Gerät eingestellt sind und direkt auf die Auslösemechanismen einwirken.

Ein anderer Teil der Meßströme wird mit Hilfe von Messwandlern von den Relaisräumen in den Kommandoraum des Kraftwerkes Verbois übertragen.

Alle Schaltbefehle erfolgen vom Kommandoraum aus, der sich in einer Entfernung von 500 m vom Umspannwerk befindet.

Durch Mikrophone, die an verschiedenen Stellen aufgestellt sind, wird eine zusätzliche Kontrolle der Ausführung der Schaltbefehle ermöglicht.

Zur Übertragung der anfallenden Daten musste ein bedeutendes Netz von Steuerungskabeln gebaut werden. Dieselben verlaufen in Kabelkanälen und für die Einführung in das Kraftwerk musste ein Durchgang gebaut werden.

Zur Versorgung der gesamten Anlage mit den zu ihrem Funktionieren notwendigen Hilfsdiensten wurde ein Betriebsgebäude errichtet. In diesem sind die nachstehenden Installationen untergebracht:

Der *Transformatorenraum,* in dem zwei Transformatoren aufgestellt sind, von denen einer als Reserve dient. Von hier aus werden die Motoren der Luftkompressoren, der Transformatorenventilatoren, der Umwälzpumpen, der Umformer, der Gleichrichter und Hebezeuge sowie die gesamten Beleuchtungsanlagen mit Strom versorgt.

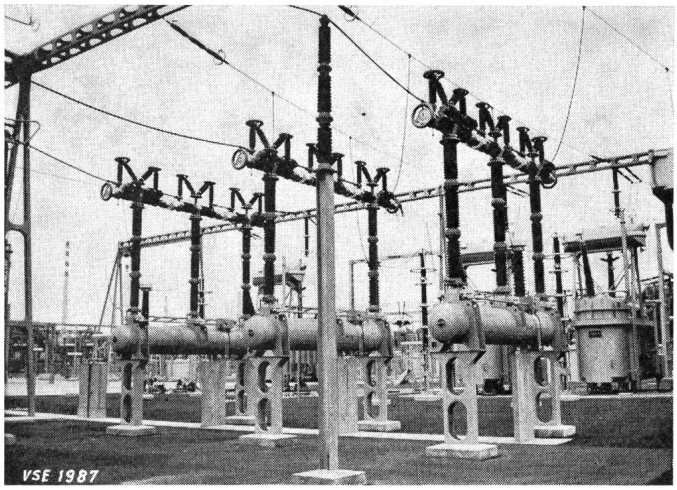


Fig. 2
Druckluftschaltergruppe für 220 kV, mit einem Abschaltvermögen von 10 000 MVA

Der *Kompressorenraum* mit drei Kompressoren und deren Druckluftbehältern.

Die *Verteiltafel* für alle Stromarten; bei jeder Fernsteuerung wird dieselbe zu einer absoluten Notwendigkeit.

Die *Reparaturwerkstatt:* sie ermöglicht nach einer gewissen Betriebsdauer eine Überholung der Apparate an Ort und Stelle.

Zur Erleichterung der Schaltungen, der Unterhalts- und Betriebsarbeiten wurde den Verkehrswegen eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt. So wurden die Wege, die mit Schwertransportern befahren werden, mit dicken Zementplatten belegt, währenddem die gesamte Anlage mit einer Bitumenschicht überdeckt wurde, deren Körnung so gewählt ist, dass sie eine gute Entwässerung der Oberfläche ermöglicht.

Diese Beschreibung ermöglicht nur einen kleinen Einblick in die komplexen Probleme und die Bedeutung dieser Anlage. Durch die scheinbare Einfachheit des Werkes könnte man vermuten, dass dessen Verwirklichung keinerlei Probleme stellte. Da aber diese Anlage vollständig ferngesteuert wird, mussten alle Schaltapparate mit automatischer Betätigung ausgerüstet und mit zahlreichen Kontrollorganen versehen werden, damit der Betrieb mit einem Maximum an Sicherheit und ohne Unterbrechungen erfolgen kann.

Mit den ersten Studien wurde 1961 begonnen. Vom 12. Dezember 1964 bis zum 20. April 1965 war die erst teilweise ausgerüstete Anlage in Betrieb. Damit war es möglich, in einer heiklen Lage Einschränkungen in der Energieverteilung zu vermeiden.

Ende April 1965 wurde der weitere Ausbau des Hochspannungsteils und die Maurerarbeiten wieder aufgenommen. Gegen Ende des Monats wurden dieselben beendet.

Am 20. Dezember 1965 wurde, nachdem die Steuerungsanlage fertiggestellt war, die Anlage dem Betrieb übergeben.

D: Ro

Kongresse und Tagungen

Ausstellung der BKW über «Elektrizität aus Atomenergie» in Burgdorf

Vom 18. bis 23. Februar 1966 führten die Bernischen Kraftwerke (BKW) im Gemeindesaal von Burgdorf unter Mitwirkung des Elektrizitätswerkes der Stadt Burgdorf eine Ausstellung über das aktuelle Thema »Elektrizität aus Atomenergie» durch. Durch die mit einer Reihe interessanter Modelle ergänzten Darstellungen und Fotos wurde dem Besucher auf leicht verständliche Art ein Begriff über den Aufbau der Atome vermittelt und der Vorgang bei der Kernspaltung und der Kettenreaktion erklärt. Das Funktionsprinzip eines Atomreaktors und eines Kernkraftwerkes wurde anhand eines Leuchtschemas erläutert. Die Schau enthielt auch Angaben über die Bemühungen der BKW auf dem Gebiet der Atomenergie, so z. B. über das im laufenden Jahr in Betrieb kommende Versuchsatomkraftwerk Lucens, an dem die BKW beteiligt sind und namentlich über das geplante *Leistungsatomkraftwerk Mühleberg*. Diese Anlage wird als Freiluftanlage projektiert und wird ungefähr 30000 m² Land beanspruchen. Die elektrische Leistung beträgt mindestens 300 MW. Als Reaktor wurde der leichtwassermoderierte und -gekühlte Typ mit angereichertem Uran gewählt. Schliesslich konnte sich der Besucher auch über die sinnvolle Kombination von Wasserkraft mit Atomenergie für die Elektrizitätserzeugung sowie über die Anlagen der BKW und des EW Burgdorf orientieren.

Die durch Lichtbildervorträge und Filmvorführungen ergänzte Ausstellung, die übrigens Ende letzten Jahres bereits in Grosshöchstetten und Schwarzenburg gezeigt wurde, soll vor allem die Energieabnehmer über die künftige Strombeschaffung informieren. Mit dem geführten Besuch der Absolventen des Kant. Technikums Burgdorf, des Gymnasiums, der Gewerbe- und Kaufmännischen Schule sowie der zwei obersten Klassen der Sekundar- und Primarschulen (insgesamt 1200 Schüler) wurde auch der Jugend Gelegenheit geboten, sich mit dieser Frage zu befassen. Im weiteren bot sich Gelegenheit, den Gemeinderat der Stadt Burgdorf und weitere Persönlichkeiten sowie die Elektrizitätskommissionen von Burgdorf und Kilchberg zu einer Besichtigung und einem anschliessenden Imbiss einzuladen.

Wie der Presse entnommen werden konnte, fand die instruktive und modern gestaltete BKW-Ausstellung bei der Bevölkerung überall grossen Anklang, da sie sowohl für Schüler wie für Erwachsene einen vorzüglichen Anschauungsunterricht bot. Die Besucherzahlen waren überaus erfreulich und es wurde von der Öffentlichkeit sehr geschätzt, dass sich die BKW die Mühe nahmen, mit dem einzelnen Bürger ins Gespräch zu kommen und ihn über ein heute aktuelles Thema aufzuklären. Es darf deshalb festgestellt werden, dass solche Ausstellungen als Mittel der Werbung und der Information auch im Zeitalter des Fernsehens, der Sportveranstaltungen und des Autotourismus nach wie vor eine starke Anziehungskraft haben.

Me.

Verbandsmitteilungen

Elektrizitätsverbrauch in der Bundesrepublik 1965 um 6,9 % gestiegen

(Mitgeteilt vom VDEW)

Der Elektrizitätsverbrauch aus dem öffentlichen Netz erhöhte sich 1965 um 6,9 % gegenüber dem Vorjahr und erreichte fast 128 Mrd. kWh. Die Steigerungsrate ist etwas geringer als in den Vorjahren, 1964 hatte die Zunahme 9,4 % betragen.

Die Brutto-Erzeugung der öffentlichen Kraftwerke stieg um 5,4 % auf fast 109 Mrd. kWh an. Sehr stark erhöhte sich der Einfuhrsaldo. Er erreichte über 4 Mrd. kWh und trug 1965 etwa 3,4 % zur Deckung des Verbrauches aus dem öffentlichen Netz bei, während 1964 sein Anteil nur 0,9 % betragen hatte. Durch die Erzeugung der öffentlichen Kraftwerke, zu deren Lasten neben dem Kraftwerkseigenverbrauch auch der Pumpstromverbrauch verrechnet wird, sind 1965 rund 78 %, 1964 dagegen 79 % des Verbrauches gedeckt worden. Den restlichen Anteil trug jeweils die Einspeisung der Kraftwerke von Bergbau und Industrie bei, 1965 gaben diese fast 24 Mrd. kWh an das öffentliche Netz ab.

Die Netzstörung vom 9./10. November 1965 im Nordosten der Vereinigten Staaten

Bibliographie

Im Anschluss an den in Nr. 5 (1966) der «Seiten des VSE» veröffentlichten Artikel von M. Cuénod geben wir nachstehend einige bibliographische Hinweise:

«Northeast power failure, November 9 and 10, 1965.» A Report to the President by the Federal Power Commission, December 6, 1965.

«Image thermique de ligne aérienne.» R. Renchon et G. Daumerie, CIGRE, Sitzung 1956, Bericht 303.

«La protection des lignes aériennes par image thermique.» M. Cuénod et R. Renchon, SEV-Bulletin 1957, Nr. 12.

«Le réglage adaptif et économique.» M. Couvreur, prämiierter Bericht im Wettbewerb um den Preis Paul von Halteren, 1963.

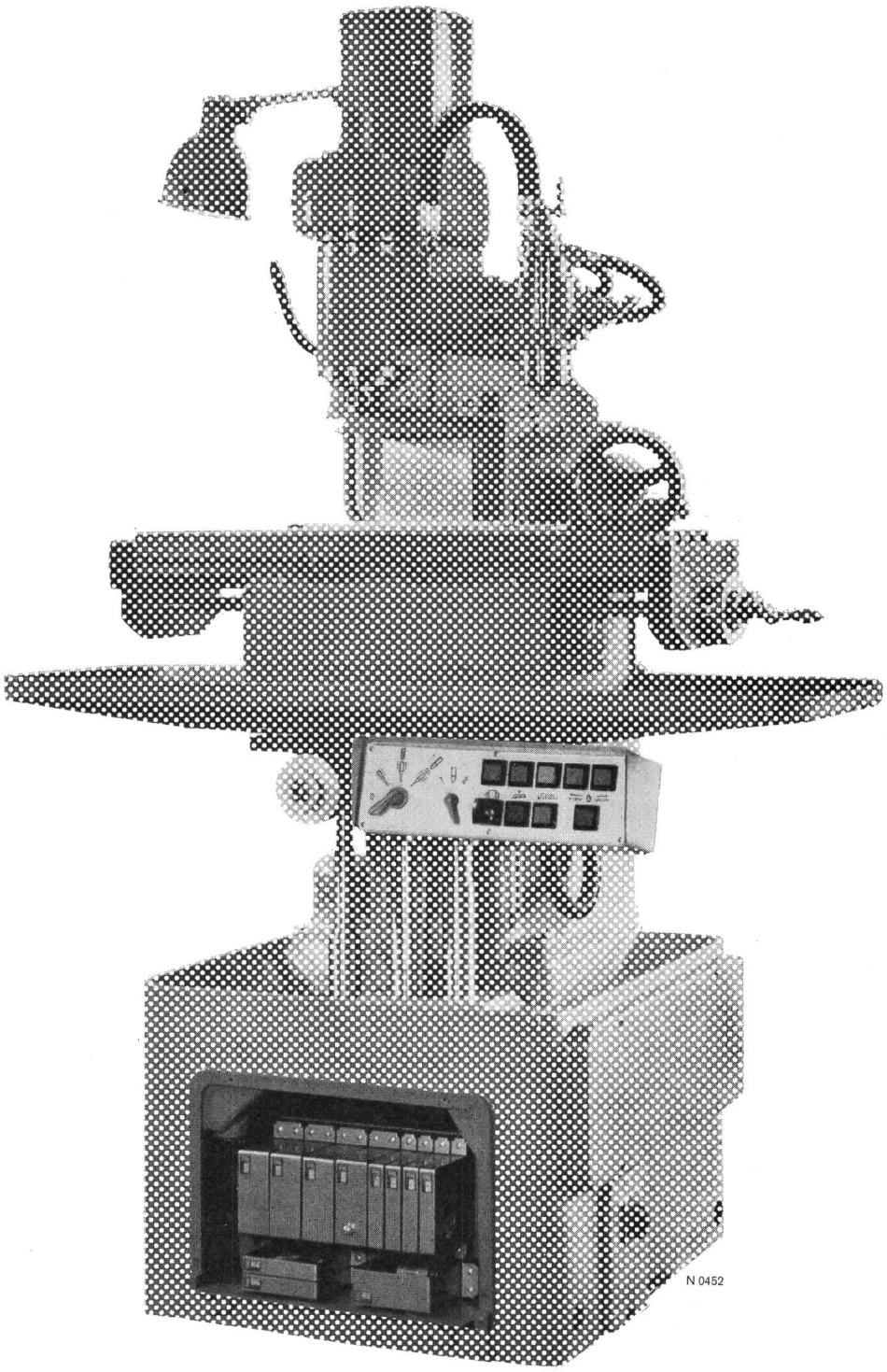
«Le réglage adaptif des réseaux.» R. Renchon et M. Couvreur, Bericht, vorgesehen für die CIGRE, Sitzung 1966.

Redaktion «Seiten des VSE».

Redaktion der «Seiten des VSE»: Sekretariat des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätswerke, Bahnhofplatz 3, Zürich 1; Postadresse: Postfach 8023 Zürich; Telephon (051) 27 51 91; Postcheckkonto 80-4355; Telegrammadresse: Electrunion Zürich.

Redaktor: *Ch. Morel,* Ingenieur.

Sonderabdrucke dieser Seiten können beim Sekretariat des VSE einzeln und im Abonnement bezogen werden.



S&S

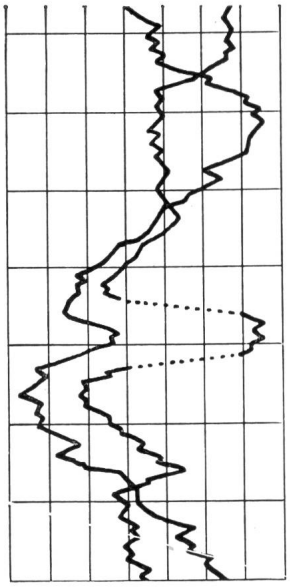
Das raumsparende, kontaktlose Steuerungssystem von Sprecher & Schuh bewährt sich im Betrieb

Unser Baukastensystem bietet folgende Vorteile:

- Maximale Betriebssicherheit und Lebensdauer durch Verwendung von tropensicheren Bauelementen und «Worst-case»-Dimensionierung.
- Hohe und gleichmässige Qualität des Endproduktes durch strenge Materialkontrolle.
- Unempfindlichkeit gegen äussere Störeinflüsse dank speziellen Schaltungsmassnahmen.
- Reiche Auswahl von normalisierten Baueinheiten robuster Konstruktion.

Verlangen Sie Datenblätter und Dokumentation.

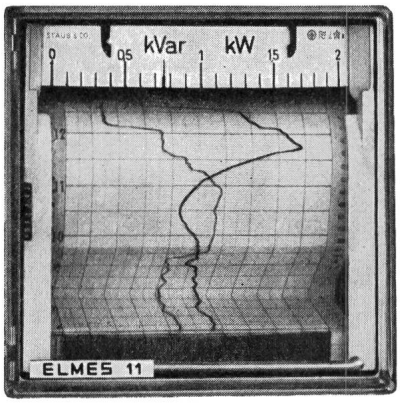
Sprecher & Schuh AG. Aarau, Schweiz



ELMES

ELMES 11

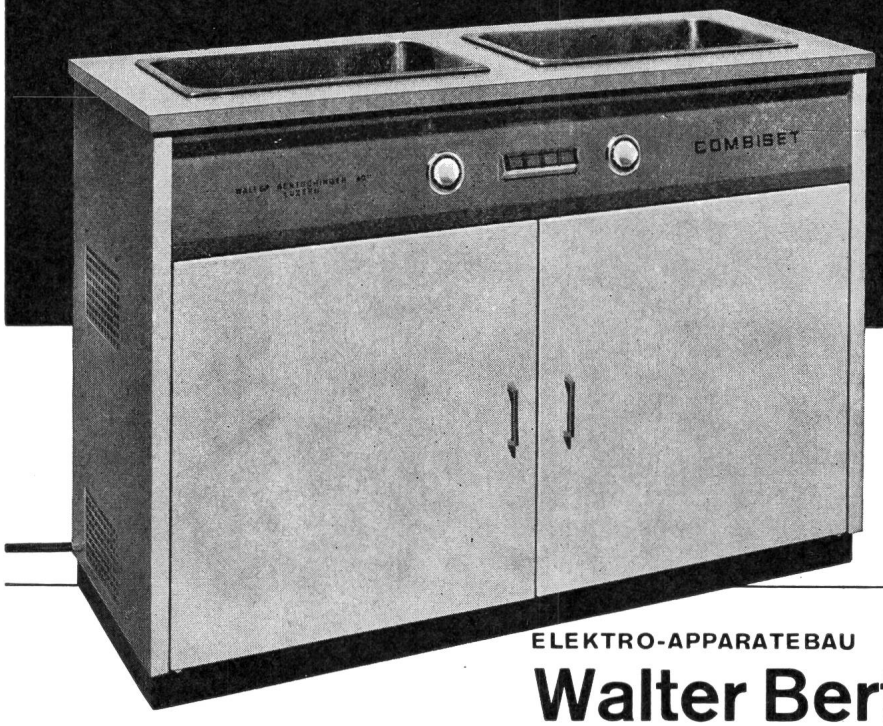
Faltpapierschreiber



Frontrahmen 144 x 144 mm
Tintenlose Aufzeichnung
in ein oder zwei Farben
Einfache Handhabung
Kontrolle des Streifens
ohne Registrierunterbruch
Stossfeste Messwerke
Lieferbar mit Grenzwertregler

STAUB & CO. RICHTERSWIL
Fabrik elektrischer Messinstrumente / Tel. (051) 95 92 22

Ultraschall



Die vielseitig verwendbare Reinigungsanlage Typ COMBISET

ELEKTRO-APPARATEBAU

Walter Bertschinger AG

6000 LUZERN LINDENSTR. 15 TEL. 041 41 75 75